

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-258225

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl.

H02K 21/14
H02K 1/16

(21)Application number : 2000-065214

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 09.03.2000

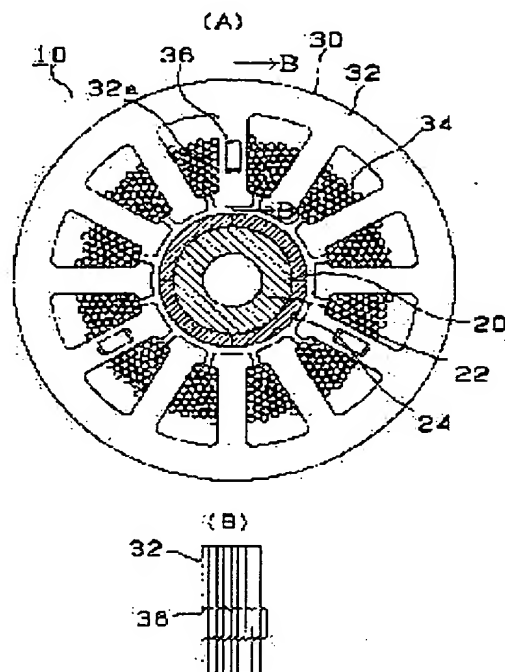
(72)Inventor : YAMAGUCHI SHIGETOSHI

(54) MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a motor that is capable of preventing the production of cogging torque and further enhances the performance of the motor.

SOLUTION: If the teeth 32a of the armature core 32 of a motor are provided with caulking 36, a flow of magnetic flux interferes with and the performance is impaired. If only some of the teeth are provided with caulking 36 to reduce the number of pieces of caulking 36, imbalance is produced in likelihood of magnetic flux's flowing between the teeth provided with the caulking 36 and the teeth not provided with the caulking, and cagging torque is produced. To cope with this, caulking 36 is provided only to the teeth 32a in a number N which is an integral multiple of a number obtained by dividing the least common multiple of the number of poles and the number of grooves by the number of poles to prevent cogging torque from being produced, and the number of pieces of caulking is reduced to enhance the performance of the motor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】 極数がP、電機子鉄心の溝数がSのモータにおいて、

前記電機子鉄心に等間隔で設けられる凹部の数Nが、溝数がS未満であって、下式で表されることを特徴とするモータ。

$$N = n \text{ (整数)} \times (S \text{ と } P \text{ との最小公倍数}) / P$$

【請求項2】 前記凹部は前記電機子鉄心の歯に設けられたカシメであることを特徴とする請求項1のモータ。

【請求項3】 前記N個の凹部は、電機子鉄心のバックヨークにQ ($Q = n \text{ (整数)} \times (S \text{ と } P \text{ との最小公倍数}) / P$) 個等間隔で設けられることを特徴とする請求項1のモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、モータに関し、特に、電気式動力舵取装置用のモータに好適に用い得るモータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】車両用の電気式動力舵取装置は、トルクセンサにより操舵トルクを検出し、操舵トルクに応じてモータへ供給する電流を制御し、操舵アシストを行っている。該モータとしては、バッテリーから直接供給するため、低電圧直流により駆動し得るDCブラシレスモータが用いられている。ここで、電気式動力舵取装置用のモータには、小型、軽量、高出力に加えて、操舵感を損ねないため、操舵ハンドルに振動を発生させないようにコギングトルクを低減させることが要求される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ここで、電気式動力舵取装置用モータは、小型であると共に高出力を可能にするため、電機子鉄心の歯の数が、12、24個等相対的に多い設計になっており、歯は小型に形成される。一般的に、電機子鉄心は、鋼板にカシメを設けて積層しているが、歯が小型に作られているため、カシメを設けると磁束の通りが悪くなり、性能が低下する恐れがあった。

【0004】このため、本発明者は、歯の幾つかのみにカシメを入れるとの着想を得たが、この場合には、コギングトルクが発生し、操舵感を損なうことが判明した。

【0005】本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、コギングトルクの発生を防ぎながら性能を向上させ得るモータを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、上記目的を達成するため、極数がP、電機子鉄心の溝数がSのモータにおいて、前記電機子鉄心に等間隔で設けられる凹部の数Nが、溝数Sが未満であって、下式で表されることを技術的特徴とする。

$$N = n \text{ (整数)} \times (S \text{ と } P \text{ との最小公倍数}) / P$$

【0007】請求項2は、請求項1において、前記凹部は前記電機子鉄心の歯に設けられたカシメであることを技術的特徴とする。

【0008】請求項3は、請求項1において、前記N個の凹部は、電機子鉄心のバックヨークにQ ($Q = n \text{ (整数)} \times (S \text{ と } P \text{ との最小公倍数}) / P$) 個等間隔で設けられることを技術的特徴とする。

【0009】モータの電機子鉄心の歯にカシメを設けると、磁束の通りが悪くなり、性能が低下する恐れがある。一方、カシメの数を減らすため、歯の内の幾つかのみにカシメを設けると、カシメを設けた歯と、設けない歯とで、磁束の通り易さが不均衡になり、永久磁石と引きつけ易い所と、難い所とができてコギングトルクが発生する。このコギングトルクは、モータの1回転中に、極数の周期成分として現れる。このため、請求項1、2では、当該最小公倍数を極数で割った数の整数倍だけ電機子鉄心の歯にカシメを設けることで、カシメのある歯とない歯とのアンバランスに起因するコギングトルクの発生を防ぎ、カシメ数を減らすことでモータの性能を向上させる。

【0010】請求項3では電機子鉄心のバックヨークにQ ($Q = n \text{ (整数)} \times (S \text{ と } P \text{ との最小公倍数}) / P$) 個等間隔で設けられる。最小公倍数を極数で割った数の整数倍だけ凹部を設けることで、バックヨークでのコギングトルクの発生を防げる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1実施形態に係るモータについて図を参照して説明する。図1(A)は、第1実施形態の電気式動力舵取装置に用いられるモータの断面を示し、図1(B)は、図1(A)中の電機子鉄心のB-B断面を示している。該モータ10は、回転子20と固定子30とから構成され、回転子20は、シャフト22の外周に4個の永久磁石24を配設して成る。固定子30は、電機子鉄心32の歯32aに、コイル34を巻回して成る。

【0012】本実施形態のモータ10は、極数が4、電機子鉄心の溝数(以下、電機子溝数という)が12に構成されている。ここで、電機子鉄心32の12本の歯32aの内、3本に対してカシメ36が形成されている。

【0013】電機子鉄心32は次のように製造される。まず、電機子鉄心の図示形状に対応する通孔を設けた型の上に、珪素鋼板を載置して打ち抜き、この打ち抜きと同時にカシメ36を形成し、型の通孔内に鋼板を重ねて行くことで製造される。

【0014】ここで、図1(B)に示すように、電機子鉄心32にカシメ36を設けると、剪断面ができるため、磁束が通り難くなって、モータの出力が低下する。このため、本実施形態では、12本の電機子鉄心の歯32aの内、3本のみにカシメ36を設けることで、出力の低下を最低限に抑えてある。

【0015】また、本実施形態では、12本の電機子鉄心の歯32aの内、3本のみにカシメ36を設けてあるため、カシメに起因するコギングトルクが発生せず、電気式動力舵取装置の操舵感を損なうことがない。

【0016】即ち、極数P、電機子溝数Sのモータにおいて、電機子鉄心の歯32aに等間隔で設けられるカシメの数Nを、下式で表される数にすることで、カシメのある歯とない歯とのアンバランスに起因するコギングトルクの発生を防ぐことができる。

【数1】

$$N = n (\text{整数}) \times (S \text{ と } P \text{ との最小公倍数}) / P$$

【0017】コギングトルクは、モータの1回転中に、極数Pと電機子溝数Sとの最小公倍数の周期成分として現れるため、最小公倍数を極数Pで割った数の整数倍だけ電機子鉄心の歯32aにカシメを設けることで、カシメに起因する（モータ回転中に極数Pの周期成分を持つ）コギングトルクの発生を防げる。

【0018】例えば、第1実施形態のモータは、極数Pが4極、電機子溝数Sが12溝であるため、4と12との最小公倍数である12を4で割った数3の整数倍である3, 6, 9であれば、コギングトルクを発生させることがない。この極数Pと電機子溝数Sと、コギングトルクを発生させないカシメの数Nとの関係を図2中に示す。

【0019】次に、極数Pが4、電機子溝数Sが12で、カシメの数を3とした第1実施形態のモータの磁場エネルギーについて、図3を参照して説明する。図中上部に、回転子20の4極の永久磁石24、及び、電機子鉄心32の12個の歯32aを展開して示し、その下に、永久磁石（マグネット）の磁束分布、磁場エネルギーの基本波、磁場エネルギーの第2次調波を示す。マグネットの磁束分布は、磁場エネルギーの基本波に磁場エネルギーの高調波（第1次～数次）を加えたものとなる。

【0020】図中で、36①で示す1番目のカシメ36により、磁場エネルギーの基本波は、波腹値Fに対して $1/2$ （ $=\sin 60^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。36②で示す2番目のカシメにより、波腹値Fに対して $1/2$ （ $=\sin 60^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。36③で示す3番目のカシメにより、波腹値Fの $1/1$ （ $=\sin 180^\circ$ ）マイナス側に振れた時点で影響を受ける。即ち、 120° づつ位相のずれたsin波上の3点が打ち消し合い、3個のカシメ36①、36②、36③によりコギングトルクが発生しなくなっている。

【0021】比較のため、極数Pが4、電機子溝数Sが12で、最小公倍数を極数で割った数の整数倍ではない、4個のカシメを設けた場合の磁場エネルギーについて、図4を参照して説明する。36④で示す1番目のカシメにより、磁場エネルギーの基本波は、波腹値Fに対して $1/2$ （ $=\sin 60^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。36⑤で示す2番目のカシメにより、波腹

値Fに対して $1/2$ （ $=\sin 60^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。36⑥で示す3番目のカシメにより、波腹値Fに対して $1/2$ （ $=\sin 60^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。36⑦で示す4番目のカシメにより、波腹値Fに対して $1/2$ （ $=\sin 60^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。即ち、全て同位相となっており、4個のカシメによる影響が重なり合っ大きなコギングトルクを発生させる。

【0022】引き続き、本発明の第2実施形態に係るモータについて、図5及び図6を参照して説明する。上述した第1実施形態では、極数Pが4、電機子溝数Sが12のモータにおいて、電機子鉄心32の歯32aに等間隔でN=3個のカシメが設けられた。これに対して、第2実施形態では、図5に示すようにN=6個のカシメ36が設けられている。

【0023】図5に示す第2実施形態に係る極数P4、電機子溝数Sが12で、カシメの数を6とした場合の磁場エネルギーについて、図6を参照して説明する。図中で、36①で示す1番目のカシメにより、磁場エネルギーの基本波は、波腹値Fに対して $1/2$ （ $=\sin 60^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。36②で示す2番目のカシメにより、波腹値Fに対して $1/1$ （ $=\sin 180^\circ$ ）マイナス側に振れた時点で影響を受ける。36③で示す3番目のカシメにより、波腹値の $1/2$ （ $=\sin 240^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。

【0024】更に、36④で示す4番目のカシメにより、磁場エネルギーの基本波は、波腹値Fに対して $1/2$ （ $=\sin 60^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。36⑤で示す5番目のカシメにより、波腹値Fに対して $1/1$ （ $=\sin 180^\circ$ ）マイナス側に振れた時点で影響を受ける。36⑥で示す6番目のカシメにより、波腹値の $1/2$ （ $=\sin 240^\circ$ ）プラス側に振れた時点で影響を受ける。即ち、第2実施形態のモータでは、 120° づつ位相のずれたsin波上の6点が打ち消し合い、カシメを6個設けるによりコギングトルクが発生しなくなっている。

【0025】引き続き、本発明の第3実施形態に係るモータについて、図7を参照して説明する。上述した第1実施形態では、極数Pが4、電機子溝数Sが12のモータにおいて、電機子鉄心32の歯32aに等間隔でN=3個のカシメが設けられた。これに対して、第3実施形態では、N=9個の凹部が設けられている。

【0026】ここで、凹部を9個設けるには、9個全てを電機子鉄心の12本の歯32aに配設すると、等間隔に配置することができなくなる。このため、歯32aに6個のカシメ36を設け、また、電機子鉄心32のバックヨーク32bに等間隔で、3個のボルト穴（凹部）38を設けてある。

【0027】電機子鉄心Sとカシメの数Nとの比である

S/Nが整数ではない場合、ここでは、S/N(12/9)が、1.33となるときには、電機子鉄心32の歯32aに等間隔でカシメ36を配設することができない。このため、第3実施形態では、カシメ36を電機子鉄心32の歯32aに6個等間隔で設ける。最小公倍数を極数で割った数の整数倍だけカシメ36を設けることで、歯32a側でのコギングトルクの発生を要因を少なくする。一方、ボルト穴38を、電機子鉄心のバックヨーク32bに3個等間隔で設ける。最小公倍数を極数で割った数の整数倍だけボルト穴(凹部)を設けることで、バックヨーク32b側でのコギングトルクの発生を要因を少なくする。

【0028】上述した第3実施形態では、カシメ36とボルト穴38とを設けたが、バックヨーク側にボルト穴38のみをN個設けることも可能である。また、上記実施形態では、カシメ36を歯32aの中央位置に設けたが、図8(A)に示すように、歯先にカシメ36を設けることもできる。更に、図8(B)に示すように、溶接溝40を、N個設けることでも、溶接溝のアンバランスに起因するコギングトルクの発生を防ぐことができる。

【0029】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、極数と溝数との最小公倍数を極数で割った数の整数倍だけ電機子鉄心の歯にカシメを設けることで、コギングトルクの発生を防ぎ、カシメ数を減らすことでモータの性能を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(A)は、第1実施形態の電気式動力能取

装置に用いられるモータの断面図であり、図1(B)は、図1(A)中の電機子鉄心のB-B断面図である。

【図2】極数Pと電機子溝数Sと、コギングトルクを発生させないカシメの数Nとの関係を示す図表である。

【図3】電機子溝数Sが12で、カシメの数を3とした場合の磁場エネルギーの説明図である。

【図4】電機子溝数Sが12で、カシメの数を4とした場合の磁場エネルギーの説明図である。

【図5】第2実施形態に係るモータの断面図である。

【図6】電機子溝数Sが12で、カシメの数を6とした場合の磁場エネルギーの説明図である。

【図7】第3実施形態に係るモータの断面図である。

【図8】図8(A)は、歯先にカシメの設けられたモータの断面図であり、図8(B)は、凹部として溶接溝の設けられたモータの断面図である。

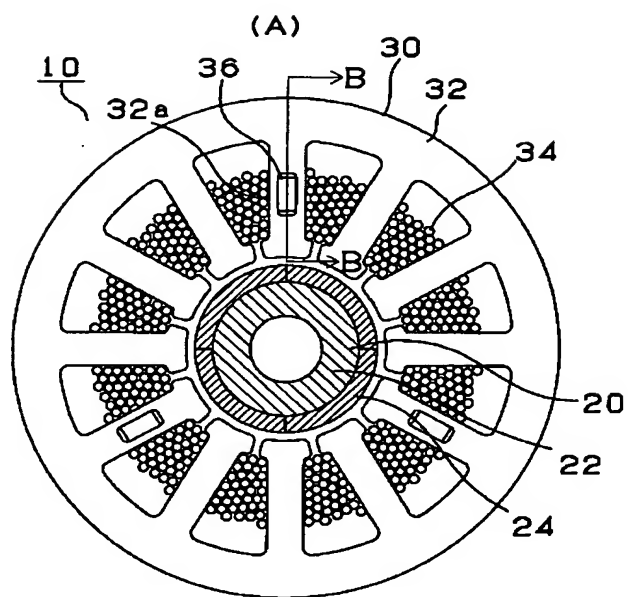
【符号の説明】

- 10 モータ
- 20 回転子
- 22 シャフト
- 24 永久磁石
- 30 固定子
- 32 電機子鉄心
- 32a 歯
- 32b バックヨーク
- 34 巻線
- 36 カシメ(凹部)
- 38 ボルト穴(凹部)

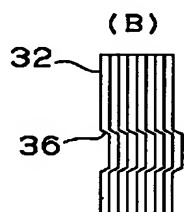
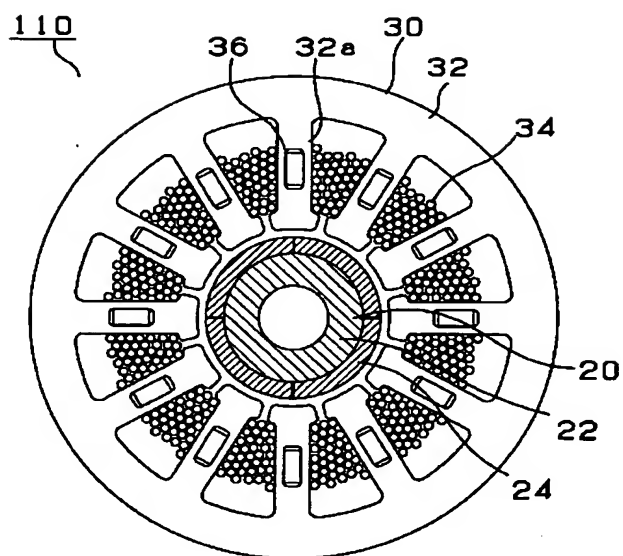
【図2】

カシメ数：N		電機子鉄心溝数：S									
磁極数：P		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
2		3の倍数	3の倍数	9の倍数	6の倍数	15の倍数	9の倍数	21の倍数	12の倍数	27の倍数	15の倍数
4		3の倍数	3の倍数	9の倍数	3の倍数	15の倍数	9の倍数	21の倍数	6の倍数	27の倍数	15の倍数
6		1の倍数	1の倍数	3の倍数	2の倍数	5の倍数	8の倍数	7の倍数	4の倍数	9の倍数	5の倍数
8		3の倍数	3の倍数	9の倍数	3の倍数	15の倍数	9の倍数	21の倍数	3の倍数	27の倍数	15の倍数
10		3の倍数	3の倍数	9の倍数	6の倍数	3の倍数	9の倍数	21の倍数	12の倍数	27の倍数	8の倍数
12		1の倍数	1の倍数	3の倍数	1の倍数	5の倍数	3の倍数	7の倍数	2の倍数	9の倍数	5の倍数
14		3の倍数	3の倍数	9の倍数	6の倍数	15の倍数	9の倍数	3の倍数	12の倍数	27の倍数	15の倍数
16		3の倍数	3の倍数	9の倍数	3の倍数	15の倍数	9の倍数	21の倍数	3の倍数	27の倍数	15の倍数
18		1の倍数	1の倍数	1の倍数	2の倍数	5の倍数	1の倍数	7の倍数	4の倍数	3の倍数	5の倍数
20		3の倍数	3の倍数	9の倍数	3の倍数	3の倍数	9の倍数	21の倍数	6の倍数	27の倍数	3の倍数
22		3の倍数	3の倍数	9の倍数	6の倍数	15の倍数	9の倍数	21の倍数	12の倍数	27の倍数	15の倍数
24		1の倍数	1の倍数	3の倍数	1の倍数	5の倍数	3の倍数	7の倍数	1の倍数	9の倍数	5の倍数
26		3の倍数	3の倍数	9の倍数	6の倍数	15の倍数	9の倍数	21の倍数	12の倍数	27の倍数	15の倍数
28		3の倍数	3の倍数	9の倍数	3の倍数	15の倍数	9の倍数	3の倍数	6の倍数	27の倍数	15の倍数

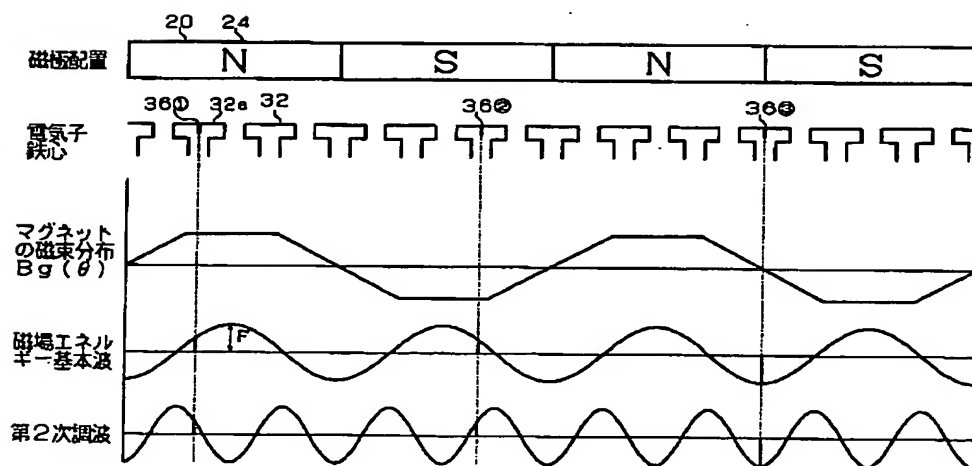
【図1】



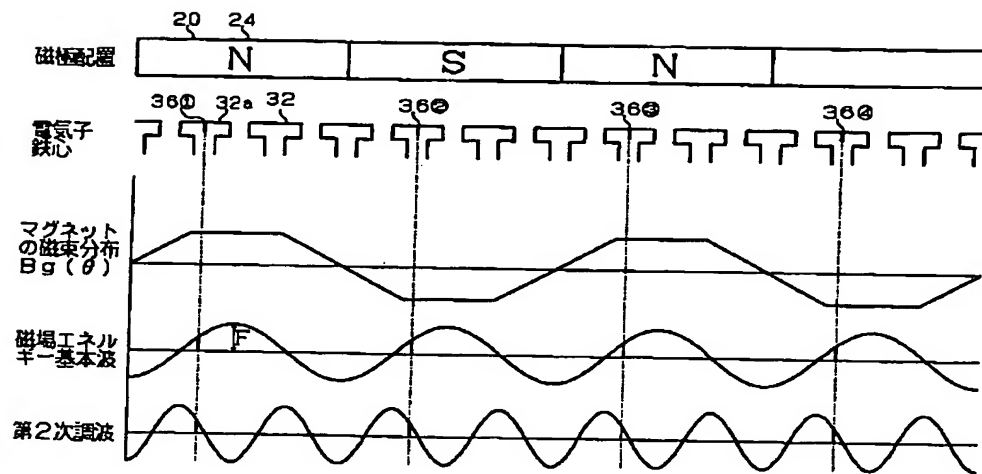
【図5】



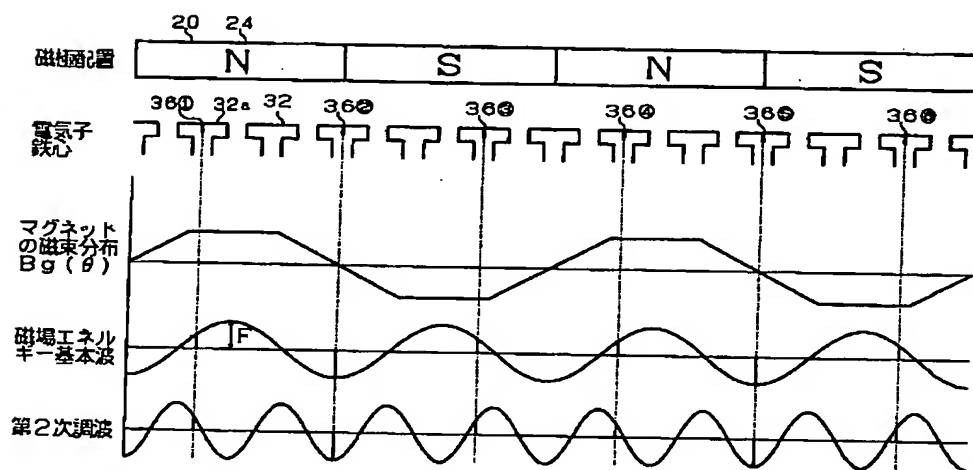
【図3】



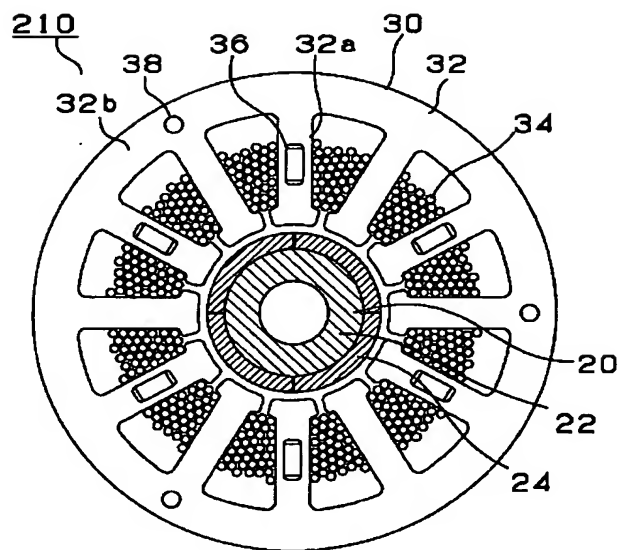
【図4】



【図6】



【図7】



【図8】

